

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-47367

(P 2 0 0 1 - 4 7 3 6 7 A)

(43) 公開日 平成13年2月20日 (2001.2.20)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	デマコード (参考)	
B24D 3/00	330	B24D 3/00	330	D 3C063
			330	C
	340		340	
3/28		3/28		
3/34		3/34	Z	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全8頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平11-226923

(22) 出願日 平成11年8月10日 (1999.8.10)

(71) 出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72) 発明者 中村 正人

福島県いわき市泉町黒須野字江越246-1

三菱マテリアル株式会社いわき製作所内

(72) 発明者 高橋 務

福島県いわき市泉町黒須野字江越246-1

三菱マテリアル株式会社いわき製作所内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外7名)

Fターム(参考) 3C063 AA02 BB02 BB15 BC03 CC14

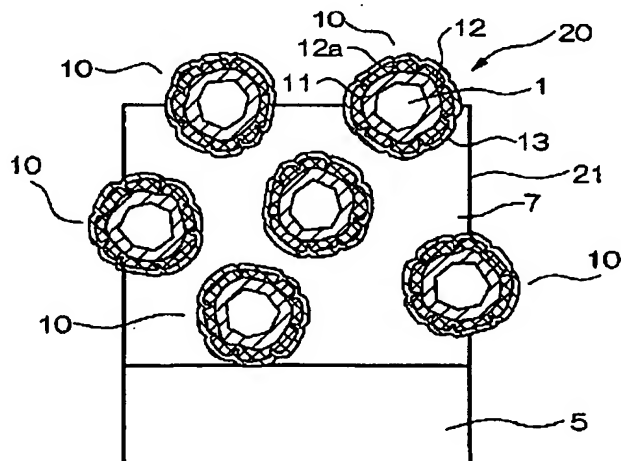
CC30 FF22 FF30

(54) 【発明の名称】 金属被覆砥粒及びその製法と、レジンボンド砥石及びその製法

(57) 【要約】

【課題】 砥粒の保持強度を向上させる。

【解決手段】 超砥粒1の表面をニッケルからなる金属被覆層11で被覆し、金属被覆層11の表面を酸化させて多数の微細な外部に開口した細孔12a…を有する表面層12を形成し、細孔12a…の内面および表面層12の外表面にシランカップリング剤13を被覆して、金属被覆砥粒10を構成する。樹脂結合相7中に金属被覆砥粒10を分散配置させて、細孔12a…の内面および表面層12の外表面と、樹脂結合相7とをシランカップリング剤13を介したシランカップリング反応によって化学的に結合し、レジンボンド砥石20とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 砥粒の表面に金属被覆層が被覆されてなる金属被覆砥粒において、この金属被覆層の表面層に外部に開口した微細な細孔が形成されていて、前記表面層の表面上にシランカップリング剤が配置されており、前記表面層の原子と、前記シランカップリング剤とが結合していることを特徴とする金属被覆砥粒。

【請求項 2】 砥粒の表面に金属被覆層を被覆し、この金属被覆層に加熱処理を施して酸化させて外部に開口した微細な細孔を有する表面層を形成し、この表面層の表面上にシランカップリング剤を被覆することを特徴とする金属被覆砥粒の製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載の前記金属被覆砥粒が樹脂結合相中に分散固定されてなることを特徴とするレジンボンド砥石。

【請求項 4】 砥粒の表面に金属被覆層を被覆し、この金属被覆層に加熱処理を施して酸化させて外部に開口した微細な細孔を有する表面層を形成し、この表面層にシランカップリング剤を被覆してなる金属被覆砥粒を樹脂結合相中に分散配置し、前記表面層と前記樹脂結合相とをシランカップリング反応を介して化学的に結合することを特徴とするレジンボンド砥石の製造方法。

【請求項 5】 砥粒の表面に金属被覆層を被覆し、この金属被覆層に加熱処理を施して酸化させて外部に開口した微細な細孔を有する表面層を形成してなる金属被覆砥粒と、シランカップリング剤とを樹脂結合相中に分散配置し、前記表面層と前記樹脂結合相とをシランカップリング反応を介して化学的に結合することを特徴とするレジンボンド砥石の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レジンボンド砥石などにおいて結合相中に分散固定されてなる金属被覆砥粒及びその製法、そしてこの金属被覆砥粒を備えたレジンボンド砥石及びその製法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、例えばレジンボンド砥石は、フェノール樹脂やエポキシ樹脂等の熱可塑性樹脂の原料粉末とダイヤモンドやCBN等の超砥粒とを混合し、単独で或いは必要に応じて合金と共に型込めした上、プレス成形及び焼結してレジンボンド砥粒層を形成したものである。レジンボンド砥石は超砥粒を保持する樹脂結合相が比較的軟質で強度が低いために、比較的堅い被削材に対して研削を行った場合、超砥粒の先端が摩耗して切れ味が低下するより早く、超砥粒を支える樹脂結合相が破砕、摩耗または変形して超砥粒が脱落する。レジンボンド砥石ははげしい摩耗を生じたり砥粒の脱落により切れ味が低下する傾向がある。そのため、樹脂結合相への超

砥粒の保持力と耐熱性を向上させるために、例えば図 10 に示すように超砥粒 1 の表面に銅またはニッケル等の金属を無電解めっき等によって被覆して金属被覆層 2 を形成して金属被覆砥粒 3 を構成した技術が採用されている。このような金属被覆砥粒 3 を用いたレジンボンド砥石が図 11 に示されており、このレジンボンド砥石 4 では台金 5 上に砥粒層 6 が装着され、この砥粒層 6 は熱可塑性樹脂からなる樹脂結合相 7 中に金属被覆砥粒 3 が分散配置されて構成されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、このようなレジンボンド砥石 4 で研削を行う場合、軽研削では金属被覆砥粒 3 の脱落を抑制できるが、重研削の場合には負荷が大きくなるために砥粒層 6 の表面で金属被覆砥粒 3 の脱落が起こってしまい発熱も高く研削熱を十分抑えられなかった。本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、重研削にも耐えられるよう砥粒保持強度を向上させて砥粒の耐熱性を向上できるようにした金属被覆砥粒及びその製造方法と、この金属被覆砥粒を備えたレジンボンド砥石及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決して係る目的を達成するために、請求項 1 に記載の本発明の金属被覆砥粒は、砥粒の表面に金属被覆層が被覆されてなる金属被覆砥粒において、この金属被覆層の表面層に外部に開口した微細な細孔が形成されていて、前記表面層の表面上にシランカップリング剤が配置されており、前記表面層の原子と、前記シランカップリング剤とが結合していることを特徴としている。上記構成の金属被覆砥粒では、表面層を構成する原子と、シランカップリング剤との間に結合状態が形成されており、この金属被覆砥粒を例えば樹脂からなる樹脂結合相中に分散配置した場合、従来の金属被覆砥粒に比べて表面層の細孔に樹脂が入り込んでアンカー効果が大きくなり機械的結合力が向上すると共に、シランカップリング剤によるシランカップリング反応によって金属被覆砥粒の表面層と、樹脂結合相との間に化学的な結合状態が形成されて一層結合力が向上される。これによって、樹脂結合相による金属被覆砥粒の保持力を強化することができ、砥石寿命の延命化に資することができる。

【0005】 また、請求項 2 記載の本発明の金属被覆砥粒の製造方法は、砥粒の表面に金属被覆層を被覆し、この金属被覆層に加熱処理を施して酸化させて外部に開口した微細な細孔を有する表面層を形成し、この表面層の表面上にシランカップリング剤を被覆することを特徴としている。上記の金属被覆砥粒の製造方法では、砥粒の表面に無電解めっき等で金属被覆層を被覆形成し、その後で金属被覆層の表面を酸化することによって多数の外部に開口した微細な細孔を有する表面層を形成し、金属

被覆砥粒の表面積を大きくすることができる。次に、この金属被覆砥粒を例えばシランカップリング剤の水溶液中に浸漬してシランカップリング剤を被覆するだけで、樹脂結合相との結合強度の大きい表面層を得ることができて製造が容易である。

【0006】また、請求項3記載の本発明のレジンボンド砥石は、上述した金属被覆砥粒が樹脂結合相中に分散固定されてなることを特徴としている。上記構成のレジンボンド砥石では、金属被覆砥粒の表面層に形成された多数の外部に開口した微細な細孔に樹脂結合相の樹脂が入り込んでアンカー効果が大きくなり機械的結合力が向上すると共に、シランカップリング剤によるシランカップリング反応によって金属被覆砥粒の表面層と、樹脂結合相との間に化学的な結合状態が形成されて一層結合力が向上される。これによって、従来の金属被覆砥粒に比べて、樹脂結合相による金属被覆砥粒の保持力を強化することができ、重研削時等に大きな負荷が金属被覆砥粒に作用しても金属被覆砥粒の脱落がよく抑えられる。また、金属被覆砥粒の表面積が大きいために研削熱に対して高い放熱性を有し耐熱性を向上させることができる

【0007】また、請求項4記載の本発明のレジンボンド砥石の製造方法は、砥粒の表面に金属被覆層を被覆し、この金属被覆層に加熱処理を施して酸化させて外部に開口した微細な細孔を有する表面層を形成し、この表面層にシランカップリング剤を被覆してなる金属被覆砥粒を樹脂結合相中に分散配置し、前記表面層と前記樹脂結合相とをシランカップリング反応を介して化学的に結合することを特徴としている。上記のレジンボンド砥石の製造方法では、外部に開口した微細な細孔を有する表面層を有する金属被覆砥粒を、例えばシランカップリング剤の水溶液中に浸漬して攪拌することによって、細孔の内面を含む表面層の全面にシランカップリング剤を被覆することができて、シランカップリング反応による樹脂結合相との化学的な結合状態を表面層の全面に形成することができ、容易に結合力を向上することができる。

【0008】また、請求項5記載の本発明のレジンボンド砥石の製造方法は、砥粒の表面に金属被覆層を被覆し、この金属被覆層に加熱処理を施して酸化させて外部に開口した微細な細孔を有する表面層を形成してなる金属被覆砥粒と、シランカップリング剤とを樹脂結合相中に分散配置し、前記表面層と前記樹脂結合相とをシランカップリング反応を介して化学的に結合することを特徴としている。上記のレジンボンド砥石の製造方法では、樹脂結合相をなす樹脂中にシランカップリング剤を予め分散配置しておいたり、シランカップリング剤と金属被覆砥粒とをほぼ同時に樹脂結合相中に分散させるため、金属被覆砥粒に予めシランカップリング剤を被覆しておく必要が無く、レジンボンド砥石の製造工程を簡略化することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態について添付図面を参照しながら説明する。なお、上述した従来技術と同一部分には同じ符号を配して説明を簡略または省略する。図1は本実施の形態による超砥粒の拡大断面図であり、図2は図1で示す超砥粒を含む砥粒層が台金に装着されたレジンボンド砥石の一部縦断面図であり、図3(a), (b), (c), (d)は本実施の形態による金属被覆砥粒の製造過程を示す図であり、図4は熱酸化処理後の金属被覆砥粒の表面を示す図であり、図5は金属被覆砥粒の表面を示すもので、(a)本実施の形態の図、(b)従来例の図であり、図6は実施例と従来例による金属被覆砥粒の抗折強度を示す図であり、図7乃至図9は実施例によるレジンボンド砥石と従来例によるレジンボンド砥石との試験結果を示すものであり、図7は法線研削抵抗、図8は接線研削抵抗、図9は研削比の各測定値をそれぞれ示す図である。図1に示す金属被覆砥粒10はダイヤモンドやcBN等の超砥粒1を内部に備え、その外表面には例えば1~10 μ m程度の厚みの金属被覆層11が形成されており、この金属被覆層11は例えばニッケルまたはニッケル合金等のニッケルコート層からなっている。金属被覆層11の外表面には更にこのニッケルまたはニッケル合金等からなる金属被覆層11の外表面を加熱処理して酸化させることで得られる多数の微細な細孔12a…の形成された厚さ0.01 μ m程度の表面層12がポーラスな酸化皮膜として形成されている。この細孔12aは外部に開口しており、細孔12aの内面および表面層12の外表面には例えば有機ケイ素化合物からなるシランカップリング剤13が被覆されており、表面層12を構成する原子と、シランカップリング剤13との間に強固な結合が形成されている。

【0010】図5(a)に示すように、表面層12はニッケルの金属被覆層11の表面が空気中で加熱処理されて酸化されることでその外表面に例えば深さ0.005 μ m、内径0.2 μ m程度の微細な多数の細孔12aが全面に形成されてなるものである。これに対して、超砥粒1に金属被覆層2(11)としてニッケルを被覆しただけの金属被覆砥粒3は図5(b)に示すようになり表面が比較的滑らかである。図2は本実施の形態によるレジンボンド砥石20を示すものであり、このレジンボンド砥石20は台金5上に砥粒層21が設けられており、砥粒層21は、熱可塑性樹脂或いは熱硬化性樹脂例えばフェノール樹脂或いはポリイミド樹脂等の樹脂結合相7中に金属被覆砥粒10が分散配置されて固定されている。この金属被覆砥粒10は金属被覆層11の外表面を被覆する表面層12に多数の微細な細孔12a…が形成されているために樹脂結合相7が細孔12a…に入り込んだ状態で結合され、従来の金属被覆層2を備えた超砥粒1と比較してその機械的結合強度が高くなっている。

さらに、表面層12に多数の微細な細孔12a…が外部

に開口するように形成されているために樹脂結合相7と接触する表面積が増大していると共に、細孔12aの内面および表面層12の外表面と、樹脂結合相7とはシランカップリング剤13を介したシランカップリング反応により化学的に結合されている。このため、金属被覆砥粒10と樹脂結合相7の結合度が一層向上して重研削にも耐え得る高い砥粒の保持力を備え、しかも表面層12の表面積が大きいために研削時の金属被覆砥粒10の放熱効果が高くなる。

【0011】次に、本実施の形態による金属被覆砥粒10及びこの砥粒10を用いたレジンボンド砥石20の製造方法について説明する。まず、図3(a)で示す超砥粒1の外表面に無電解めっきによってニッケルを被覆する。この場合、超砥粒1と金属被覆層としてニッケル被覆層11Aを構成するニッケルとは重量比で例えば1:1の割合で用いるものとし、これによって得られた図3(b)で示す超砥粒は従来技術の金属被覆砥粒3と同様の構成となり、これをニッケルコート砥粒10Aとする。次に、このニッケルコート砥粒10Aを空气中で加熱して酸化処理する。ニッケルコート砥粒10Aを400~600℃の温度、例えば500℃で2時間加熱すると、ニッケル被覆層11Aの外表面が酸化され、図3(c)及び図4に示すように、多数の微細な細孔12a…が形成される。これにより、例えば従来技術の金属被覆砥粒3に比べて、約3倍の表面積を有する金属被覆砥粒10を得ることができる。なお、ニッケルコート砥粒10Aの加熱温度が400℃未満であるとニッケル被覆層11Aに細孔12aが形成されないために所望の効果を挙げることができず、また600℃を越えると被覆金属層(ニッケル被覆層11A)の熱酸化が過度に進むので好ましくない。

【0012】次に、微細な細孔12aを有する表面層12の形成されたニッケルコート砥粒10Aを、例えば有機ケイ素化合物からなるシランカップリング剤13を含む水溶液中に浸漬して例えば30分間攪拌することによって、図3(d)に示すように、外部に開口した細孔21aの内面および表面層12の外表面上をシランカップリング剤13の単分子層被膜によって被覆処理する。これによって、細孔21aの内面および表面層12の外表面を構成する原子と、シランカップリング剤13との間に強固に結合が形成される。このようにしてニッケル被覆層11Aの表面に外部に開口した多数の微細な細孔12aを有する表面層12が形成され、ニッケル被覆層11Aが金属被覆層11と表面層12になると共に、細孔12aの内面および表面層12の外表面上にシランカップリング剤13が被覆された図1に示す金属被覆砥粒10が形成される。次に、この金属被覆砥粒10と、熱可塑性樹脂或いは熱硬化性樹脂例えばフェノール樹脂或いはポリイミド樹脂等の原料粉末とを混合し、合金5と共に或いは単独で型込めした上、プレス成形及び焼成し

てレジンボンド砥石20またはその砥粒層21を形成することができる。

【0013】上述のように本実施の形態によれば、レジンボンド砥石20の砥粒として表面層12が粗面化され金属被覆砥粒10を樹脂結合相7中に分散混合させたことで、金属被覆砥粒10の表面層12に形成された多数の外部に開口した細孔12a…に樹脂結合相7が入り込んで結合されるために機械的結合強度が強い。しかも表面層12に形成された多数の細孔12a…により、樹脂結合相7との接触面積が大きくなると共に、細孔12aの内面及び表面層12の外表面と、樹脂結合相7とがシランカップリング剤13を介したシランカップリング反応により化学的に結合されているため、一層樹脂結合相7による砥粒保持力が向上されており、例えば重研削の際に金属被覆砥粒10に大きな負荷が作用しても樹脂結合相7からの脱落を防止してレジンボンド砥石20を長寿命化することができる。しかも金属被覆砥粒10はその表面層12の表面積が細孔12a…のために大きいので、放熱性が高く研削時に金属被覆砥粒10に発生する研削熱を樹脂結合相7を通して効率的に放出でき、この点においてもレジンボンド砥石20の寿命を向上できる。

【0014】次に、本発明の実施例による金属被覆砥粒10及びこれを分散配置したレジンボンド砥石20と従来例による金属被覆砥粒1及びこれを分散配置したレジンボンド砥石6について研削試験を行った。実施例と従来例はいずれも超砥粒1がダイヤモンド、金属被覆層11、2がニッケル、樹脂結合相7がフェノール樹脂からなるものとし、超砥粒1の粒径を同一とし、金属被覆層11及び表面層12の合計厚みと金属被覆層2の厚みを同一とする実施例による金属被覆砥粒10と従来例による金属被覆砥粒3との抗折強度を比較すると図6に示すように、本実施例では12.5kgf程度、従来例では10.0kgf程度となり、本実施例の方が26%抗折強度が向上した。また、本実施例によるレジンボンド砥石20と、従来例によるレジンボンド砥石6とで研削試験を行った。研削試験条件として、アルミナ(含有率90%)のワークに対して、テーブル送り速度を60mm/minとし、切り込み深さを10mmとし、切り込み長を100mmとし、切り込み本数を30本とし、本実施例によるレジンボンド砥石20又は従来例によるレジンボンド砥石6からなるホイールのホイール周速を1500mm/minとした。法線研削抵抗は、図7に示すように、実施例によるレジンボンド砥石20では44.9kgf程度、従来例では43.5kgf程度となり、接線研削抵抗は、図8に示すように実施例では9.4kgf程度となり、従来例では9.5kgf程度となった。そして研削比は図9に示すように実施例では773程度、従来例では696程度であり、約10%砥石寿命が延びた。これらの結果から、実施例の方が金属被覆砥

粒 10 の抗折強度が大きくなっている。さらに、実施例によるレジンボンド砥石 20 の方が研削比が向上されているものの、従来例に比べて研削抵抗が大きくなり過ぎることがないことから、被削材の加工品位を劣化することなく、樹脂結合相 7 からの金属被覆砥粒 10 の脱落が抑制されていることがわかる。

【0015】なお、本実施形態では、砥粒としては、ダイヤモンドや cBN 等からなる超砥粒 1 のみならず、SiC や Al₂O₃ 等の一般砥粒も使用可能である。また、超砥粒 1 に金属被覆層 11 を被覆する場合、必ずしも無電解めっきによって被覆しなくてもよく、その他の方法、例えば電気めっきや PVD や CVD 等によって被覆形成するようにしてもよい。また、本実施形態では、微細な細孔 12a を有する表面層 12 の形成されたニッケルコート砥粒 10A を、シランカップリング剤 13 を含む水溶液中に浸漬して攪拌することによって、外部に開口した細孔 21a の内面および表面層 12 の外表面をシランカップリング剤 13 によって被覆処理するとしたが、これに限定されず、ニッケルコート砥粒 10A を、シランカップリング剤 13 が分散配置されたフェノール樹脂等の原料粉末に混合してプレス成形及び焼成してレジンボンド砥石 20 またはその砥粒層 21 を形成してもよい。この場合、表面層 12 の形成されたニッケルコート砥粒 10A にシランカップリング剤 13 を被覆する必要はない。要するに、外部に開口した細孔 21a の内面および表面層 12 の外表面と、樹脂結合相 7 とが接する部分にシランカップリング剤 13 が配置されていればよい。また、本発明の金属被覆砥粒はレジンボンド砥石以外の砥石に採用することもできる。

【0016】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る金属被覆砥粒によれば、金属被覆砥粒の表面層を構成する原子と、シランカップリング剤との間に強固な結合が形成されており、この金属被覆砥粒を例えば樹脂からなる樹脂結合相中に分散配置した場合、従来の金属被覆砥粒に比べて表面層の細孔に樹脂が入り込んでアンカー効果が大きくなり機械的結合力が向上すると共に、シランカップリング剤によるシランカップリング反応によって金属被覆砥粒の表面層と、樹脂結合相との間に化学的な結合状態が形成されて一層結合力が向上される。これによって、樹脂結合相による金属被覆砥粒の保持力を強化することができ、砥石寿命の延命化に資することができる。

【0017】さらに、本発明の金属被覆砥粒の製造方法によれば、砥粒の表面に金属被覆層を被覆し、この金属被覆層の表面を熱酸化させるだけで金属被覆層の表面全体に微細な細孔を有する表面層を形成することができ、結合相との接触面積を大きくすることができると共に、例えばこの砥粒をシランカップリング剤水溶液中に浸漬することによって、細孔の内面および表面層の外表面上にシランカップリング剤を配置することができて加工が

容易である。

【0018】さらに、本発明のレジンボンド砥石によれば、上述した金属被覆砥粒が樹脂結合相中に分散固定されてなるから、金属被覆砥粒の表面層に形成された多数の外部に開口した微細な細孔に樹脂結合相の樹脂が入り込んでアンカー効果が大きくなり機械的結合力が向上すると共に、シランカップリング剤によるシランカップリング反応によって金属被覆砥粒の表面層と、樹脂結合相との間に化学的な結合状態が形成されて一層結合力が向上される。これによって、従来の金属被覆砥粒に比べて、樹脂結合相による金属被覆砥粒の保持力を強化することができ、重研削時等に大きな負荷が金属被覆砥粒に作用しても金属被覆砥粒の脱落がよく抑えられる。また、金属被覆砥粒の表面積が大きいために研削熱に対して高い放熱性を有し耐熱性を向上させることができる。

【0019】さらに、本発明のレジンボンド砥石の製造方法によれば、外部に開口した微細な細孔を有する表面層を有する金属被覆砥粒に対して、細孔の内面を含む表面層の全面にシランカップリング剤を配置することができてシランカップリング反応による樹脂結合相との化学的な結合状態を表面層の全面に形成することができ、容易に砥粒の保持力を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態による金属被覆砥粒の拡大断面図である。

【図 2】 図 1 に示す金属被覆砥粒を備えたレジンボンド砥石の一部縦断面図である。

【図 3】 本実施の形態による金属被覆砥粒の製造方法を示す要部説明図である。

【図 4】 熱酸化処理後の金属被覆砥粒の表面を示す図である。

【図 5】 金属被覆砥粒の表面を示すもので、(a) は本実施の形態の図、(b) は従来例を示す図である。

【図 6】 本発明の実施例と従来例による金属被覆砥粒の抗折強度を示す図である。

【図 7】 本発明の実施例と従来例によるレジンボンド砥石の法線研削抵抗を示す図である。

【図 8】 本発明の実施例と従来例によるレジンボンド砥石の接線研削抵抗を示す図である。

【図 9】 本発明の実施例と従来例によるレジンボンド砥石の研削比を示す図である。

【図 10】 従来の金属被覆砥粒の断面図である。

【図 11】 図 10 に示す金属被覆砥粒を備えたレジンボンド砥石の一部断面図である。

【符号の説明】

- 1 超砥粒
- 7 樹脂結合相
- 10 金属被覆砥粒
- 11 金属被覆層
- 12 表面層

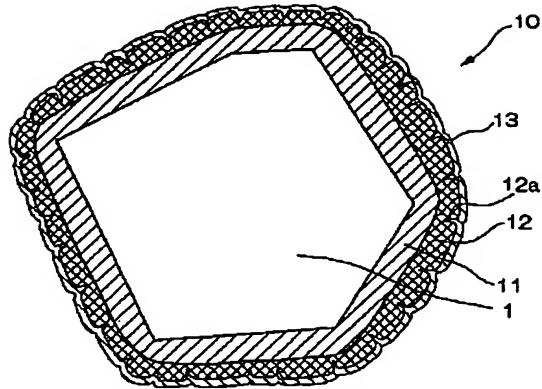
12a 細孔

13 シランカップリング剤

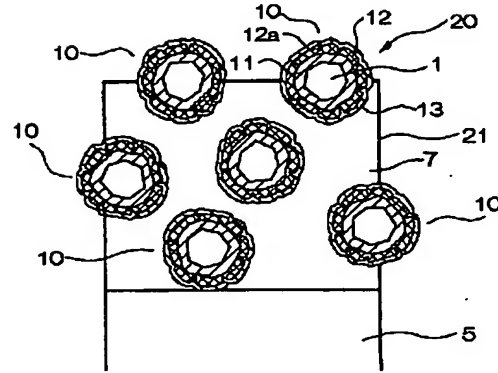
20 レジンボンド砥石

21 砥粒層

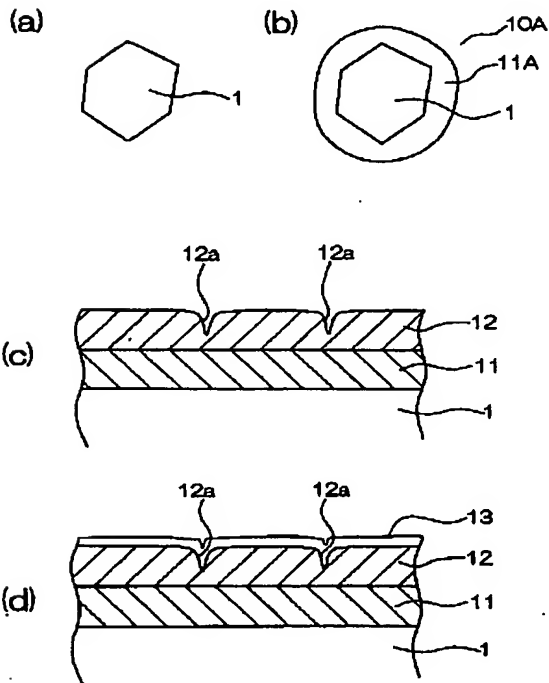
【図1】



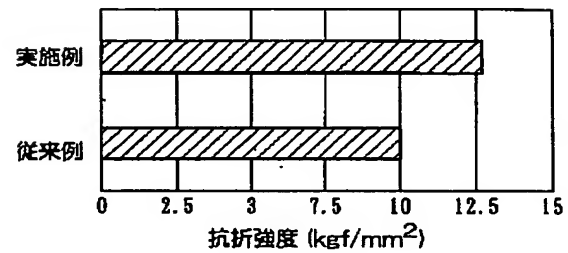
【図2】



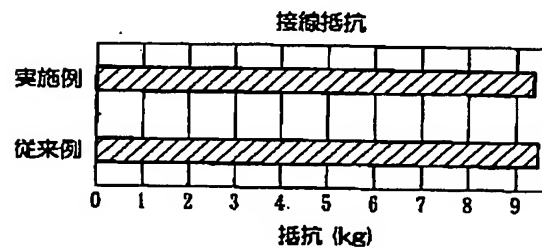
【図3】



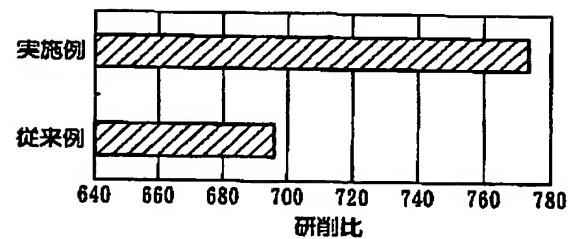
【図6】



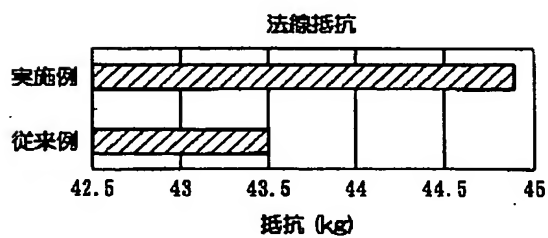
【図8】



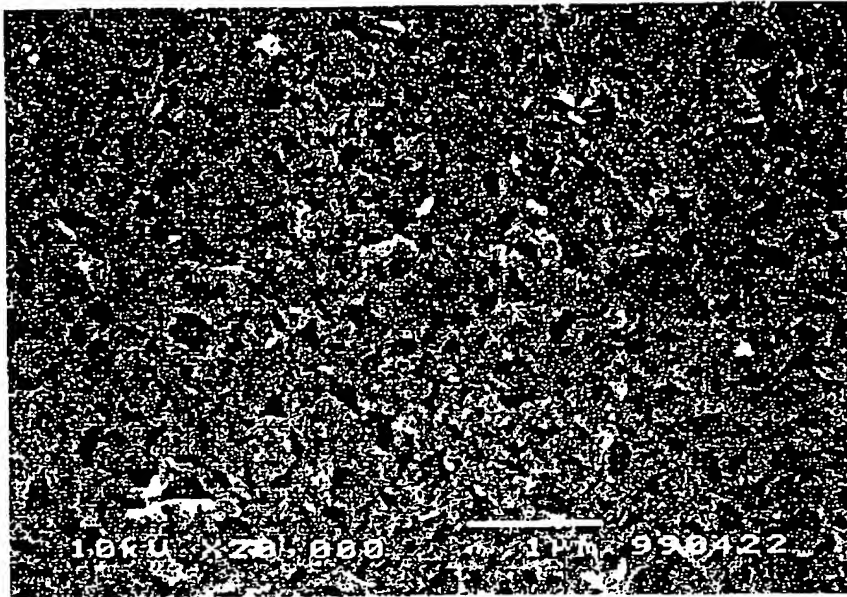
【図9】



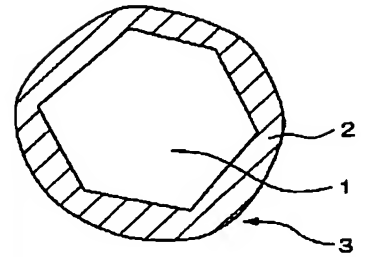
【図7】



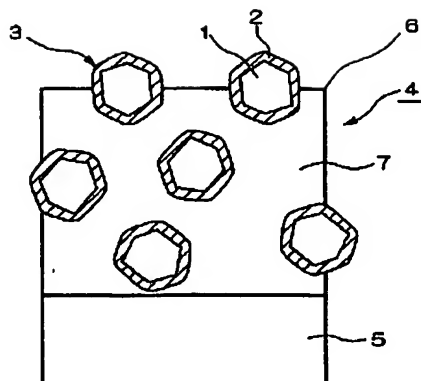
【図 4】



【図 10】

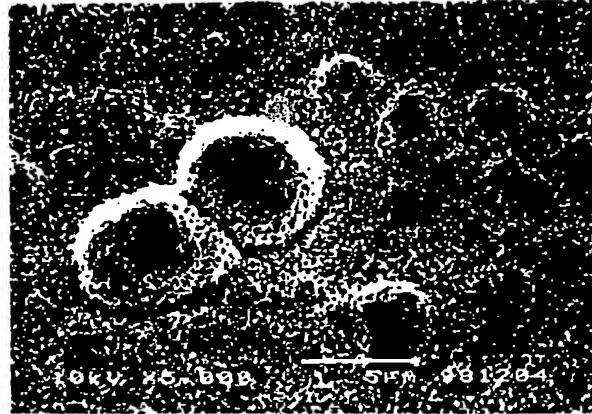


【図 11】

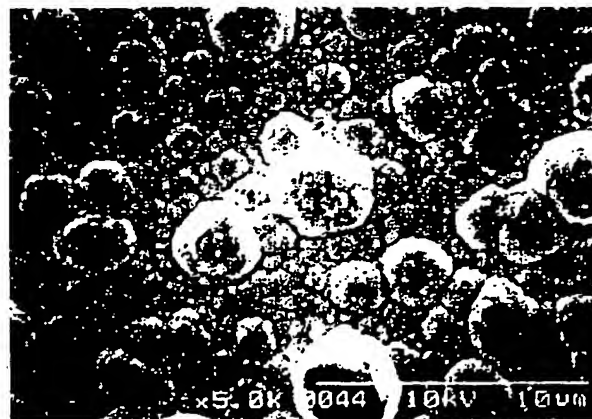


【図 5】

(a)



(b)



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

5/12

識別記号

F I

5/12

テーマコード (参考)

BEST AVAILABLE COPY